

# 高精度数控直流电源的设计

邵康 周竟 高自强

(无锡轻工大学自动化系, 无锡, 214036)

**摘要** 介绍了一种以单片机为核心的智能化高精度直流电源的设计, 该电源采用数字调节、闭环实时监控、输出精度高, 且兼备双重过载保护及报警功能, 特别适用于各种有较高精度要求的场合。

**关键词** 智能化仪器仪表; 直流稳压电源; 闭环控制; 单片机

**中图分类号** TP202.1

## 0 前言

直流稳压电源是最常用的仪器设备, 在科研及实验中都是必不可少的。普通直流稳压电源品种很多, 但均存在以下二个问题: 1) 输出电压是通过粗调(波段开关)及细调(电位器)来调节。这样, 当输出电压需要精确输出, 或需要在一个小范围内改变时(如1.05~1.07V), 困难就较大。另外, 随着使用时间的增加, 波段开关及电位器难免接触不良, 对输出会有影响。2) 稳压方式均是采用串联型稳压电路, 对过载进行限流或截流型保护, 电路构成复杂, 稳压精度也不高。

针对以上问题, 我们设计了一套以单片机为核心的智能化直流电源。该电源采用薄膜轻触键盘, 可对输出电压及报警阈值以快慢两种方式进行设置, 输出由单片机通过D/A, 控制驱动模块输出一个稳定电压。同时稳压方法采用单片机闭环控制, 单片机通过A/D采样输出电压, 与设定值进行比较, 若有偏差则调整输出, 越限则输出报警信号并截流。工作过程中, 稳压电源的工作状态(输出电压、电流等各种工作状态)均由单片机输出驱动LED显示, 多种显示模式间, 由键盘控制进行动态逻辑切换。

## 1 模块结构

本高精度数控电源由键盘设置模块、单片驱动模块、输出驱动模块、报警模块、保护电路及状态显示模块组成, 见图1。

## 2 单片机控制系统

单片机系统由8032单片机, 12位A/D和D/A, 键盘电路及监控程序构成。

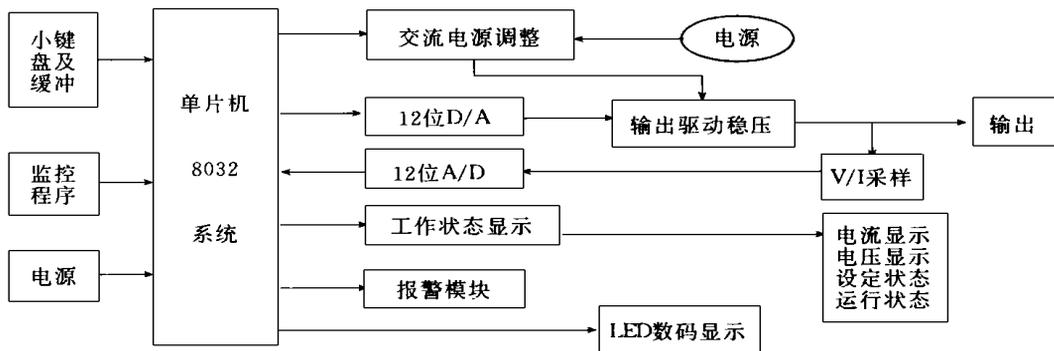


图1 高精度数控电源总体框图

## 2.1 单片机系统

单片机采用 Intel 8032为 CPU, 数字量(键盘设置信号、报警信号、工作状态及数显)由 I/O 口输入输出; 模拟量则通过12位 A/D, D/A 输入输出。

## 2.2 键盘模块

控制键盘的设计紧凑简明, 节省硬件。操作过程简单, 系统采用一键多用技术, 仅用5个键就完成了对多项控制参数的设置和控制。键盘采用 PVC 薄膜万次轻触键, 面板见图2。

	输出设定	运行
	报警设定	暂停

图2 键盘面板

### 2.2.1 按键功能

1) 输出电压设定。输出电压可在0~40V内, 以最小0.01V为步长, 分快/慢两档调节。

按“输出设定”数显闪烁 按“ ”一次 输出 每0.1s增加0.01V(慢)  
 按“ ”一次 输出 每0.1s增加0.01V(慢)  
 按“输出设定”数显闪烁 按“ ”不放 输出 每0.1s增加0.1V(快)  
 按“ ”不放 输出 每0.1s增加0.1V(快)

2) 报警阈值设定。按“报警设定”, 其余同1), 可设定报警阈值电流。

3) 设定过程中, 单片机自动控制输出零电位, 数显数字闪烁。

4) 设置完成后, 按“运行/暂停”钮, 则输出。

5) 运行过程中, 按“运行/暂停”钮, 可在暂停及输出之间切换。

6) 运行过程中, 按“ ”“ ”可在“电压显示”、“电流显示”或“循环显示”三种显示模式间切换。

### 2.2.2 一键多用技术

1) 配合8032内部变化, 使用一个键在不同的运行状态下实现不同的控制功能, 从而以较少的键实现多种功能。如“ ”“ ”键可用来取代数字键实现各参数的设定, 也可进行显示模式的选择。

2) 以“ ”“ ”二键代替传统的多个数字键0~9。进行设定时, 显示模块先由内存中取出原值, 将显示设置为闪烁状态, 此时按“ ”; 加0.01V(慢), 若按住“ ”不放, 软件扫描到持续时间为1s后, 则增加0.1V(快), 且每0.1s加0.1V; 按“ ”结果相应减少, 在设定过

程中按“设定”键,则以上设置修改无效,系统仍采用原定值。

3) 软件把键处理模块放在20ms 定时中断的(T1)处理程序中,使对按键的响应时间独立于主控程序的运行。

## 2.3 监控程序

2.3.1 程序设计 监控程序由 MCS-51汇编编程,采用模块化、结构化的设计方法。整个程序由初始化模块、系统自检模块、显示模块、按键处理模块、故障及越限报警模块、A/D 及数据处理控制运算模块和输出控制模块等组成。各模块间既相对独立又相辅相成,从而使采样、运算、控制、显示、参数设置等功能有条不紊地运行。在控制精度、按键响应速度、过载保护处理等方面均达到了实时控制的要求。

主控程序见图3, T1中断服务程序见图4。

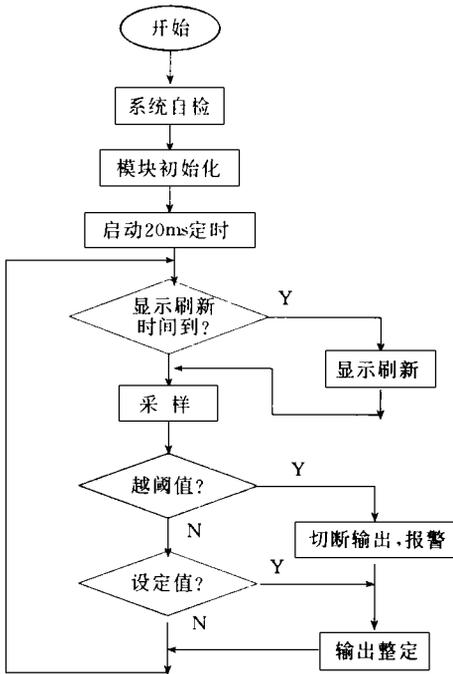


图3 主控程序框图

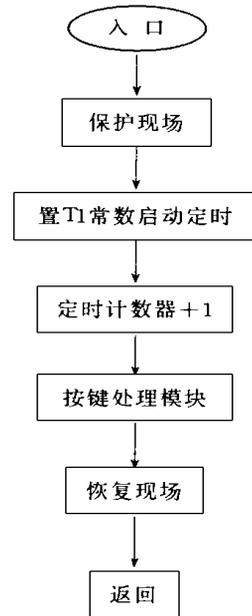


图4 T1中断服务程序框图

## 2.3.2 系统可靠性措施

1) 硬件故障的自诊断技术。本系统对关键的硬件设备采用由上电自检、定时自检相结合的自诊断方法,及时发现系统故障,保证控制精度,避免系统带病运行。具体诊断项目有:CPU 指令诊断、RAM 诊断、EPROM 诊断等。

2) CPU 受到干扰后,程序将不按序执行,发生“跑飞”。为避免这种情况,采用了指令冗余、软件陷阱、软件 WATCHDOG 技术以控制程序流向。

## 3 输出模块设计

输出模块的功能是把单片机的控制信号转换为满足控制要求的直流电压源,同时向单片机提供一个电压采样信号和一个电流采样信号,以便单片机进行实时监控,输出模块的原理框图见图5。单片机输出的模拟电压经比较放大后,由功率放大器对外输出一个具有2安

培负载能力的直流恒定电压。功率放大电路的电源,由整流滤波后的直流电压经限流电路提供。限流电路使功率放大器获得的电流最大不超过2.5安培。

### 3.1 比较放大和功率放大电路

电路原理图见图6。根据运算放大器的定义,很容易得到  $U_o = (R_4 + R_w)/R_w] U_i$ 。当负载变化或电源电压波动使行  $U_c$  发生变化 输出电压  $U_A$  运算放大器 a 的输出 晶体管 T1 的集电极电压  $U_o$  保持不变。同样,当  $U_o$  运放 a 的输出电压 T1 的集电极电压  $U_o$  保持不变。由此可知  $U_o$  的大小完全由单片机的模拟输出电压所决定。

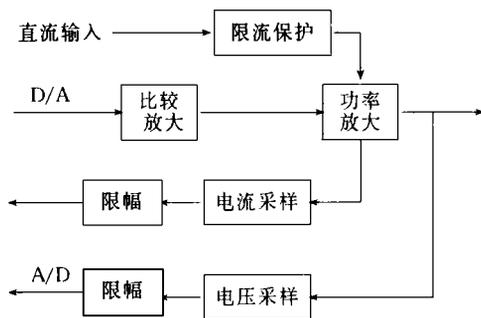


图5 输出模块框图

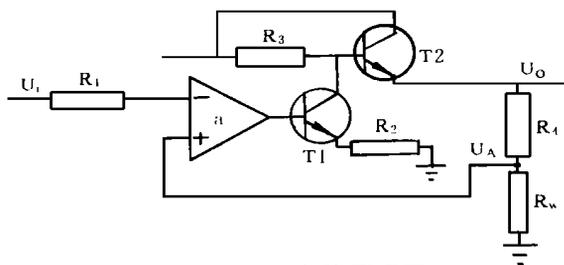


图6 电路原理图

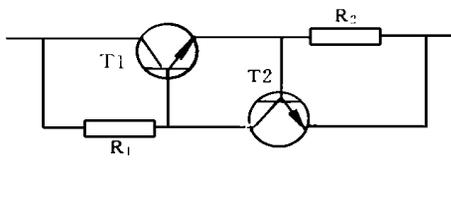


图7 限流电路原理图

### 3.2 限流电路

当负载短路或功率放大电路故障,使输出电流急剧上升时,必须限流,以避免损坏。但限流装置又不能增加电压源的输出内阻。按这一要求,我们在整流滤波输出  $U_d$  与功率放大器的电源供给  $U_c$  之间设计了如图7所示的限流电路。图中 T1 为大功率管, T2 为小功率管,  $R_1 = 100 \sim 200\Omega$ ,  $R_2 = 0.2 \sim 0.3\Omega$  在电流小于额定值时, T2 截止, T1 导通, 此时  $U_{dc}$  与  $U_c$  间的电阻  $R_{dc} = (R_1/(\beta_1 + 1) + R_2) = R_2(0.3\Omega)$ 。当电流超过额定值时,  $R_2$  上的压降升高, 使 T2 导通, 只要  $\beta_2$  足够大(实际  $\beta_2 > 150$ ), 就可以把 T1 看作为一恒流源, 电流超过额定值的部分由  $R_1$  和 T2 集电极分流, 这样  $U_d$  与  $U_c$  间的电阻可近似为  $R_{dc} \approx R_1(200\Omega)$ 。其限流作用是非常明显的。

## 4 结 语

文中所介绍的这种高精度数控电源,由于采用了单片机与输出双回路闭环控制,配以各种软硬件保护及抗干扰措施,可以达到高稳定度及高精度输出,再辅以智能化操作及显示,是一种较为理想的电源设备。该电源系统可构成共地或独立的多电源系统,以满足各种科研及实验要求。

文中所介绍的设计思路可扩展到其他相应的直流电源设计中,功能也可以作进一步扩展。

## 参 考 文 献

- 1 周航慈. 单片机应用程序技术. 北航出版社, 1991
- 2 何立民. 单片机应用系统设计. 北航出版社, 1990

## Design of an Hi-Accurate Digital DC Source

Shao Kang Zhou Jing Gao Ziqiang

(Dept. of Auto. Wuxi University of Light Industry, Wuxi, 214036)

**Abstract** The design of an DC regulates power supply with chip computer as its control system is introduced in this paper.

**Key-words** intelligence instrument; DC regulated power supply; closed-cycle control; chip computer